



国家示范性高等职业院校重点建设专业教材

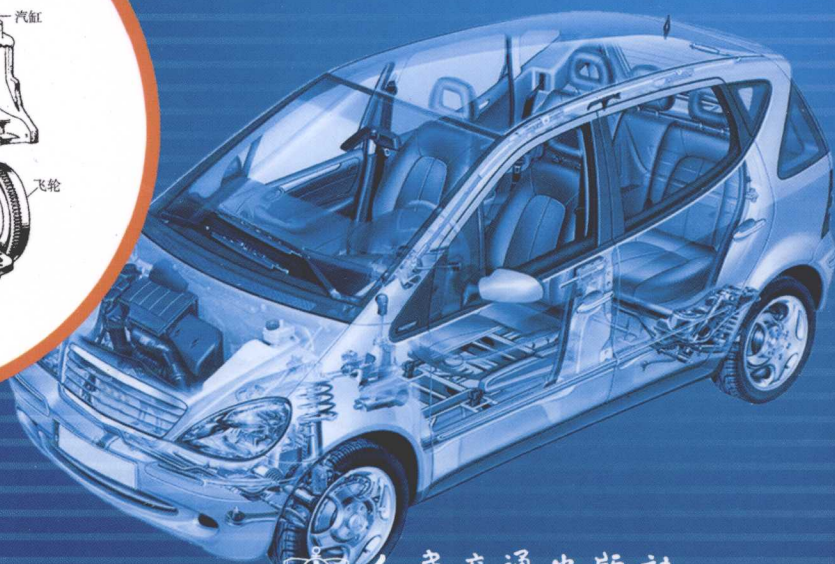
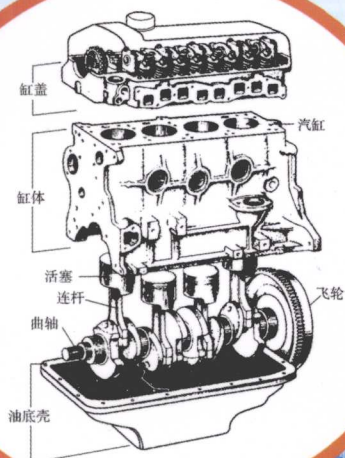
汽车检测与维修技术专业

汽车发动机机械系统检修

◎主 编 林 平

◎副主编 陈贞健 陈成春

◎主 审 周林福



人民交通出版社
China Communications Press

国家示范性高等职业院校重点建设专业教材

Qiche Fadongji Jixie Xitong Jianxiu

汽车发动机机械系统检修

(汽车检测与维修技术专业)

主 编 林 平

副主编 陈贞健 陈成春

主 审 周林福

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是国家示范性高等职业院校重点建设专业教材,采取学习领域课程结构和学习情境教学方式,以7个具体的生产工作任务为载体,对传统的专业课程内容进行重构。通过学习情境描述、生产任务布置、相关知识教学、学生课堂讨论、相关技能教学、学生小组工作、拓展知识教学等环节,系统学习汽车发动机机械系统的结构、原理和检修技术。

本书可作为高职汽车检测与维修技术专业的教材,也可作为职业技能培训教材和相关专业技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机机械系统检修/林平主编. —北京:人民交通出版社,2009.9

ISBN 978-7-114-07956-6

I. 汽… II. 林… III. 汽车-发动机-车辆修理-高等学校:技术学校-教材 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 161604 号

国家示范性高等职业院校重点建设专业教材

书 名: 汽车发动机机械系统检修

著 作 者: 林 平

责任编辑: 贾秀珍

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757969, 59757973

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 13.5

字 数: 330 千

版 次: 2009 年 9 月第 1 版

印 次: 2009 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07956-6

定 价: 36.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

序

2006 年是中国高等职业教育的春天。这一年,我国教育部、财政部启动了国家示范性高等职业院校建设计划,高等职业教育首次被定性为中国高等教育发展的一种类型。时代赋予了高等职业教育非常广阔的发展空间。

2006 年也是福建交通职业技术学院发展的春天。同年 12 月,这所有着 140 多年办学历史的百年老校,被确定为全国首批国家示范性高等职业院校建设单位。这对学校而言,是荣誉更是责任,是挑战更是压力。

国家示范性院校建设的核心是专业建设,而课程和教材又是专业建设的重要内容之一。如何通过课程的建构来推动人才培养模式的改革和创新?教材编写工作又如何与学校人才培养模式和课程体系改革相结合?如何实现课程内容适合高素质技能型人才的培养?这均是我校示范性建设中的重要命题。

难能可贵的是,三年来,在全体教职员工的不懈努力下,我校 8 个重点建设专业(6 个为中央财政支持的重点建设专业)在实验实训条件建设、师资队伍建设、人才培养模式与课程体系改革等方面,都取得了突破性的进展。

更令人欣慰的是,我院教师历经 3 年的不断探索和实践,为我院的教材建设作出了功不可没的成绩。一系列即将在人民交通出版社出版的国家示范性高等职业院校重点建设专业教材,就是我院部分成果的体现。在这些教材中,既有工学结合的核心课程教材,也有专业基础课程教材。无论是哪种类型的教材,在编写中,我院都强调对教材内容的改革与创新,强调示范性院校专业建设成果在教材中的固化,强调教材为高素质技能型人才培养服务,强调教材的职业适应性。因为新教材的使用,必须根植于教学改革成果之上,反过来又促进教学改革目标的实现,推进高职教育人才培养模式改革。

培养社会所需要的人,是我院一直不懈的努力方向,而这些教材就是我们努力前行的足迹。

在这些教材的编写过程中,也倾注了相关企业有关专家的大量心血和辛勤劳动,在此谨向他们表示衷心的感谢!

福建交通职业技术学院院长
福州大学博士生导师



前 言

为贯彻教育部、财政部《关于实施国家示范性高等职业院校建设计划,加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号)和《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)精神,福建交通职业技术学院汽车检测与维修技术专业从2006年进入首批国家示范性高职院校重点建设专业行列起,就一直在探索如何设计开发既体现职业教育类型特色,又满足高等教育层次需求的专业课程体系和教学方法。专业教学团队在开展国家示范性院校重点专业建设的过程中,从转变职业教育理念入手,在开展社会调研、明确专业定位的基础上,以职业分析为依据,以培养职业行动能力为目标,按照由“典型工作任务→行动领域→学习领域”的开发步骤,以学习情境为载体,对传统的学科式专业课程进行解构和重构,形成了以学习领域课程结构为特征的专业核心课程体系。

本课程体系由12门专业课程(学习领域)组成,其中包括6门专业核心课程:《汽车发动机机械系统检修》、《汽车发动机电控系统检修》、《汽车传动系统检修》、《汽车行驶、转向与制动系统检修》、《汽车底盘机械系统检修》、《汽车电气系统检修》,2门专业辅助课程:《汽车使用及维护》、《汽车性能检测与评价》,2门专业拓展课程:《汽车网络与信息系统检修》、《汽车舒适与安全系统检修》。

本教学团队在设计开发课程的过程中,遵循“在实践中学习、在实践中创新”的职业教育理念,吸收借鉴国外发达国家和世界著名企业先进的职业教育模式和优质的教学资源,以“基于工作过程”为指导思想,以适合国情、具备可实施性为设计原则,开展行动导向的教学方法改革,并结合我国的高等职业教育特色予以创新,形成了具有以下特色的专业核心课程体系:

1. 每个核心专业课程用若干个学习情境划分学习单元,每个学习单元都以真实的职业岗位工作任务为载体,按照完成真实工作的步骤,重组教学内容,编排教学过程;每个学习单元教学过程的基本模式为:学习情境描述→布置工作任务→相关知识教学(课堂理论教学)→课堂讨论→相关技能教学→小组工作(完成生产性实训任务)→考核评价(自评、互评、教师评价)→拓展知识教学→拓展技能教学。使整个教学过程在职业行动及多样性的思维操作中完成,体现“在做中教”;同时,根据工作任务设计生产性实训项目,将课堂教学和校内生产性实训有机结合;学生在实训中不但完成技能训练,也按照要求,完成一定的学习任务,实现“在做中学”,充分体现了职业教育的类型特色。

2. 在以真实生产任务为载体的框架下,保持了专业理论知识的系统性和完整性,有利于培养以逻辑分析能力为主的策略性能力,满足了高等职业教育的层次需求。同时采取的学习领域课程通过具体行动来学习的方式,有利于培养以实践技能为主的职业行动能力,符合工学结合的职业教育思想,体现了职业教育的类型特色。

3. 根据高职教育层次特点创新设计的校内生产性实训项目,实现了专业理论教学与生产工作任务的有机结合,形成了以生产工作任务为导向的教学模式,体现了“在做中学、在做中教”的职业教育特点,突破了传统的校内实训以验证性实验为主现状,实现了高职汽车类专业校内实训教学的创新。

4. 不以某一具体车型为载体,强调汽车各系统结构和技术的类型。各院校可根据自身的条件和地域特点选择相应的车型为主线开展教学,体现了学习领域课程设计的开放性原则。

《汽车发动机机械系统检修》是本课程体系的专业核心课程之一,由7个学习情境(单元)组成。

本教材由福建交通职业技术学院林平担任主编,陈贞健、陈成春担任副主编。其中,单元一、单元二由陈成春编写,单元三、单元五(汽油机燃油系统部分)由林平编写,单元四、单元六由陈贞健编写,单元五(汽油机点火系统部分)由张宗荣编写,单元七由许绍炎编写。

由于编者学识和水平有限,且基于工作过程的课程改革对于高职教育来说乃是新生事物,尚无成熟的经验可以借鉴,恳请使用本书的教师和学生对书中的不妥和误漏之处予以批评指正。

福建交通职业技术学院
汽车专业核心课程教学团队
2009年7月

目 录

单元一 发动机总体构造	1
生产任务 发动机机械总成的拆装及零部件的认识.....	1
相关知识.....	1
1.1 发动机的基本结构	1
1.2 发动机的常用基本术语	5
1.3 发动机的分类	7
1.4 四冲程汽油发动机的基本工作原理	8
课堂讨论.....	9
相关技能.....	9
1.5 发动机的拆卸、分解和组装.....	9
小组工作	10
拓展知识	11
1.6 四冲程柴油发动机的工作原理.....	11
1.7 二冲程发动机的工作原理.....	12
1.8 发动机的主要性能指标.....	13
思考题	18
单元二 曲柄连杆机构检修	19
生产任务 检修发动机机体及曲柄连杆机构	19
相关知识	20
2.1 曲柄连杆机构概述.....	20
2.2 机体组.....	20
2.3 活塞连杆组.....	26
2.4 曲轴飞轮组.....	37
课堂讨论	44
相关技能	44
2.5 机体组的检修.....	44
2.6 活塞连杆组的检修.....	47
2.7 曲轴飞轮组的检修.....	52
小组工作	54
拓展知识	55
2.8 发动机的平衡轴机构.....	55
2.9 曲柄连杆机构的其他检修项目.....	56
思考题	58
单元三 汽缸盖与配气机构的检修	60

生产任务 检修发动机汽缸盖与配气机构	60
相关知识	60
3.1 配气机构概述	60
3.2 气门组	62
3.3 气门传动组	67
课堂讨论	78
相关技能	78
3.4 气门组的检修	78
3.5 气门传动组的检修	84
3.6 气门间隙的检查与调整	88
小组工作	89
拓展知识	90
3.7 配气机构中的特殊结构	90
3.8 可变气门驱动机构	91
思考题	98
单元四 冷却系统与润滑系统的检修	99
生产任务 发动机水温过高故障检修	99
相关知识	99
4.1 冷却系统概述	100
4.2 冷却系统主要部件的构造	102
4.3 润滑系统概述	108
4.4 润滑系统主要部件的构造	110
课堂讨论	114
相关技能	114
4.5 冷却系统主要部件检修	114
4.6 润滑系统主要部件的检修	117
小组工作	119
拓展知识	119
4.7 柴油机润滑系统的油路	119
4.8 强制式曲轴箱通风装置	119
思考题	120
单元五 汽油机燃油系统和点火系统的检修	121
生产任务 汽油发动机进气管回火故障检修	121
相关知识	121
5.1 汽油机燃油系统概述	121
5.2 电喷式燃油系统	127
5.3 汽油机点火系统概述	132
5.4 触点式点火系统	135
5.5 电子点火系统	141
课堂讨论	144

相关技能·····	144
5.6 电喷式燃油系统的检修·····	144
5.7 点火系统的检修·····	149
小组工作·····	153
拓展知识·····	154
5.8 化油器式燃油系·····	154
思考题·····	157
单元六 柴油机燃油系统的检修·····	158
生产任务 柴油机不能起动故障检修·····	158
相关知识·····	159
6.1 柴油机燃油系统概述·····	159
6.2 柴油机燃油系统的主要部件·····	160
课堂讨论·····	172
相关技能·····	172
6.3 柴油机燃油系统的检修·····	172
小组工作·····	176
拓展知识·····	177
6.4 柴油机的燃烧过程和燃烧室·····	177
6.5 分配式喷油泵·····	180
思考题·····	184
单元七 发动机机械总成的大修·····	186
生产任务 发动机机械总成大修·····	186
相关知识与技能·····	186
7.1 发动机机械总成检修概述·····	186
7.2 发动机的解体·····	191
7.3 发动机零件的清洗·····	196
7.4 发动机的组装·····	197
7.5 发动机大修后的起动和磨合·····	201
小组工作·····	204
参考文献·····	205

单元一 发动机总体构造

学习情境

小张刚刚从高职汽车专业毕业,在上班的第一天,师傅正好接到大修1部发动机的任务,要求小张和班组其他成员一起,完成发动机机械总成的分解,并要求小张根据师傅的检验结果,将需更换的零部件名称记录下来,交配件部门订购配件。

生产任务 发动机机械总成的拆装及零部件的认识

1) 工作对象

待分解修理的发动机机械总成1台。

2) 工作内容

- (1) 领取所需的工具,做好工作准备。
- (2) 从发动机上拆除进排气管、分电器等外围部件。
- (3) 按照顺序分解发动机。
- (4) 正确摆放发动机的各零部件,分辨并说出各零部件的名称和作用。
- (5) 按规定顺序组装发动机,确定各部件安装正确。
- (6) 安装进排气管、分电器等外围部件。
- (7) 调整配气正时。
- (8) 检查、评价工作质量。
- (9) 整理工具,清洁工作场地。

3) 工作目标与要求

- (1) 学生应以小组工作的方式,完成本项工作任务。
- (2) 学生应当能在小组成员的配合下,利用汽车维修手册(或实训指导书),制订工作计划,实施工作计划。
- (3) 能通过阅读资料和现场观察,辨别所拆发动机的类型。
- (4) 能认识所拆卸发动机的零部件,口述发动机的工作原理和各零部件的作用。
- (5) 能按规范的步骤,完成发动机的拆装,各零部件安装位置正确。
- (6) 在工作过程中,注意工作安全,做好废料的处理,保持工作环境整洁。

相关知识

1.1 发动机的基本结构

现代汽车发动机是一部由许多机构和系统组成的复杂机器,其结构形式多种多样,构造特

点也千差万别,但由于其基本工作原理相同,所以基本结构也就大同小异。当前,用于汽车的发动机,绝大部分是活塞式内燃机,本教材主要学习这种发动机的结构与检修。

发动机通常由机体和曲柄连杆机构、配气机构和润滑系、冷却系、燃料系、点火系、起动系等组成;此外,现代发动机还配备有排放控制装置,增压发动机还配有增压系统。

本教材中的发动机机械系统,是指发动机的机体和曲柄连杆机构、配气机构、润滑系、冷却系等发动机本体部分,如图 1-1 所示,此外还包括发动机的燃料系、点火系的基本结构,以与发动机机械系统检修工作的系统性相符合。

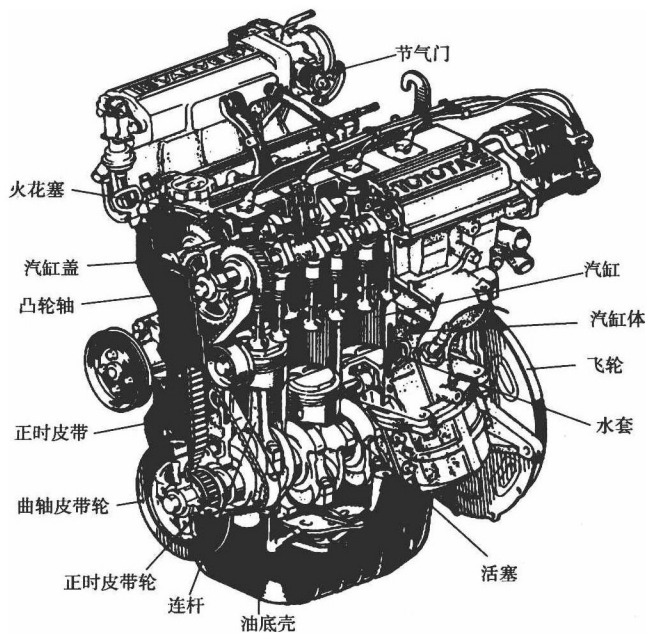


图 1-1 水冷式发动机的基本结构

1.1.1 机体和曲柄连杆机构

机体和曲柄连杆机构由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组三部分组成,如图 1-2 所示。机体组包括汽缸盖、汽缸垫、汽缸体、油底壳等零部件。活塞连杆组包括活塞、活塞环、活塞销、连杆等零部件。曲轴飞轮组包括曲轴、飞轮、皮带轮、正时齿轮等零部件。

机体是发动机安装各零部件的基础。曲柄连杆机构是往复式发动机将热能转换为机械能的主要机构,其功用是将燃气作用在活塞顶上的压力转变为曲轴旋转运动而对外输出动力。

发动机工作过程中,燃料燃烧产生的气体压力直接作用在活塞顶上,推动活塞作往复直线运动。活塞作用力经活塞销、连杆和曲轴,将活塞的往复运动转换为曲轴的旋转运动。

发动机产生的动力大部分由曲轴后端的飞轮传给底盘的传动系,再经过传动系传给汽车的驱动轮;还有一部分动力通过曲轴前端的齿轮和带轮驱动发动机自身的其他机构和系统。

1.1.2 配气机构

配气机构由气门组和气门传动组两部分组成,如图 1-3 所示。气门组包括气门(进气门、排气门)、气门弹簧、气门座、气门导管等零部件。气门传动组包括凸轮轴、正时带轮(或齿轮、链轮)、正时皮带(或正时链条)、气门挺柱等零部件。

配气机构的功用是按照发动机各缸的工作循环和作功次序,定时地将个汽缸的进、排气门

开启和关闭,以便使新鲜的可燃性混合气(汽油机)或空气(柴油机)及时进入汽缸,废气及时排出。

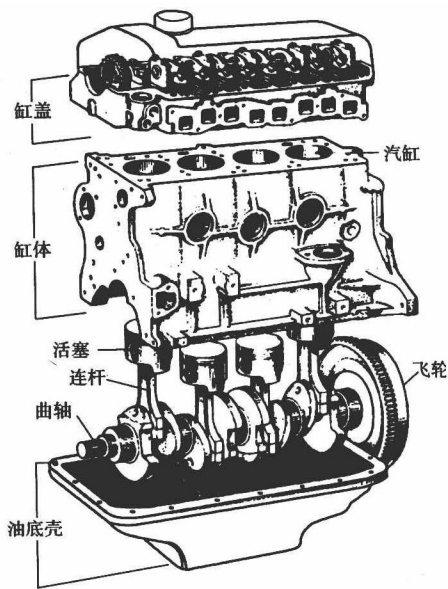


图 1-2 曲柄连杆机构

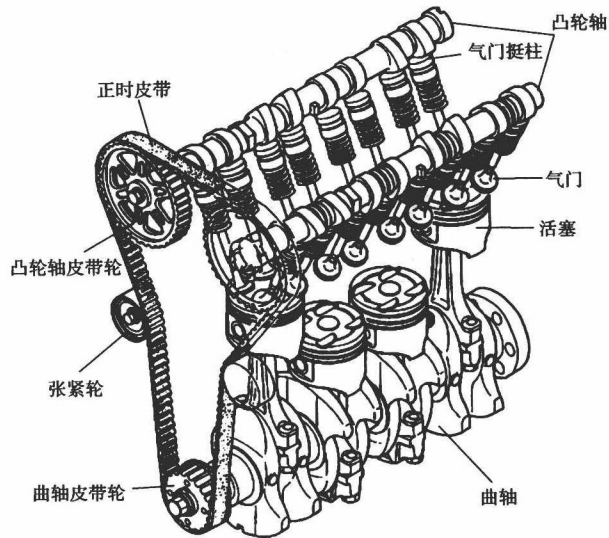


图 1-3 配气机构的传动原理图

发动机工作过程中,凸轮轴正时带轮在正时皮带的驱动下,与曲轴正时带轮按照 1:2 的转速比同步旋转,并通过凸轮轴、气门挺柱驱动气门组件,根据凸轮轴上凸轮的不同分布形式,适时、准确地打开和关闭进、排气门,实现汽缸内气体顺利换气的目的。

1.1.3 燃料系

燃料系的功用是根据发动机各种工况的不同要求,将一定数量的燃油送入发动机进气管或汽缸中,以形成适当浓度的可燃混合气。

在 20 世纪 80 年代以前,汽油发动机基本上是采用化油器式燃料系,其主要部件有汽油泵、化油器等,如图 1-4 所示。汽油泵把油箱中的燃油泵入到化油器中,化油器安装在进气管的节气门体上,利用发动机进气气流在流经化油器时产生的真空吸力,将燃油吸入到进气歧管中,与空气混合,形成可燃性混合气,进入汽缸燃烧。

现代汽油机燃料系已实现了由化油器技术向电控燃油喷射技术的转变,电控燃油喷射式燃料系的主要部件有电动汽油泵、喷油器等,如图 1-5 所示。电动汽油泵把油箱中的燃油泵入到燃油管中,并产生一定的油压。喷油器在发动机电脑的控制下喷油,将适量的燃油喷入到进气歧管内,与空气混合形成可燃的混合气,进入汽缸燃烧。

1.1.4 汽油机点火系

汽油机是压燃式发动机,点火系的功用就是在适当的时刻让汽缸内火花塞产生电火花,以点燃缸内的可燃混合气。

点火系主要由蓄电池、点火开关、点火线圈、分电器、火花塞、点火器和相关高压导线等零部件组成,如图 1-6 所示。

点火系的工作过程是:在点火开关打开状态下,蓄电池的电源通过点火器(点火模块)控制点火线圈初级绕组的导通和截止,使点火线圈内部的次级绕组在线圈互感的作用下产生高

电压,经过分电器将高电压传给火花塞,使火花塞产生电火花。

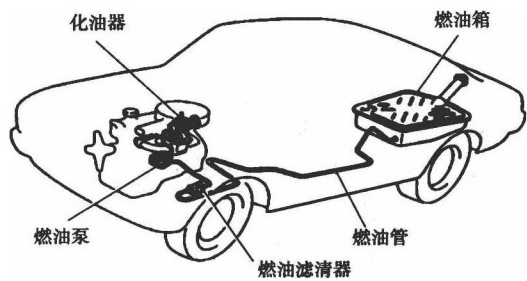


图 1-4 化油器式燃料系

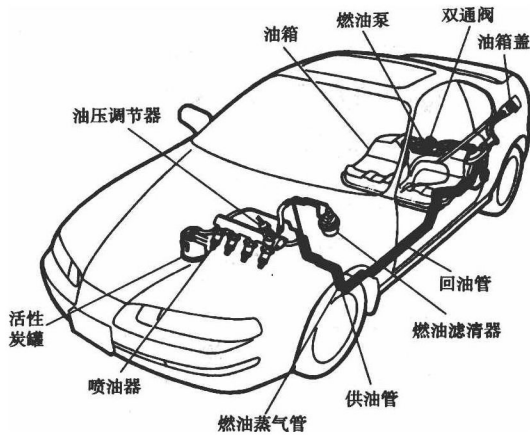


图 1-5 电控燃油喷射式燃料系

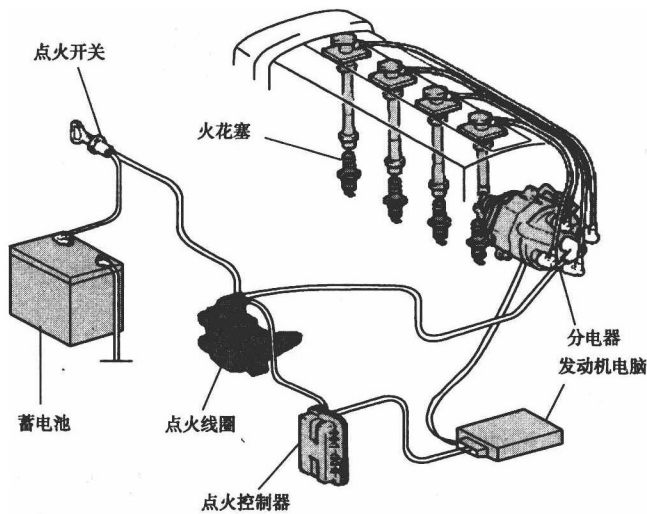


图 1-6 点火系的组成图

1.1.5 冷却系

冷却系的功用是利用冷却液冷却高温零件,并通过散热器将热量散发到大气中去,从而保证发动机在正常的温度状态下工作。

冷却系主要由水泵、节温器、散热器、冷却风扇和相关的冷却软管所组成,如图 1-7 所示。

冷却系的工作过程是:在发动机的驱动下,水泵不断地把散热器内的冷却液泵入到发动机缸体的冷却水套中,对发动机缸体进行冷却,再让冷却液流入散热器,通过风扇把热量散发到大气中。节温器的作用是控制冷却水的循环流量,以调节发动机在冷车和热车状态下的冷却强度。

1.1.6 润滑系

润滑系的功用是将润滑油分送至发动机的各个摩擦零件的摩擦表面上,以减小摩擦力,减缓机件磨损,并清洗、冷却摩擦表面,从而延长发动机使用寿命。

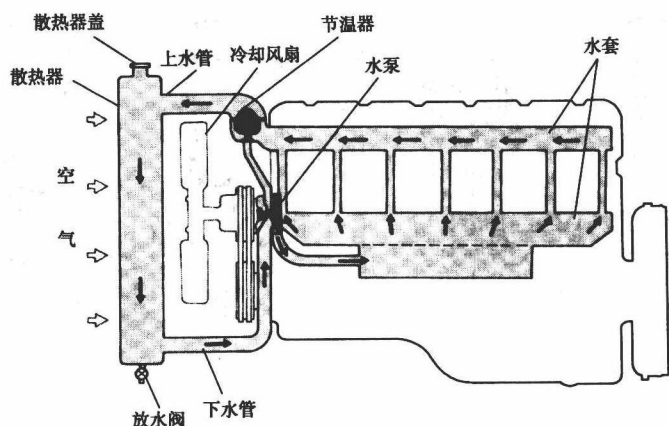


图 1-7 冷却系

润滑系主要由集滤器、机油泵、机油滤清器和相关的油道等组成,如图 1-8 所示。有的发动机润滑系还有机油冷却器等对机油进行冷却的装置。

润滑系的工作过程是:机油泵在发动机的驱动下,将油底壳里面的机油泵出,经过机油滤清器过滤后进入发动机润滑油道中,并通过油道传输到发动机需要润滑的各部件的运动表面进行润滑,最后流回油底壳,有的发动机还让部分机油经过机油冷却器进行冷却,以降低机油的温度,提高机油的使用寿命。

1.1.7 起动系

要使发动机由静止状态过渡到工作状态,必须先用外力转动发动机的曲轴,使发动机完成进气、压缩、点火、作功的全过程,直到发动机能自行运转。起动系的功用就是在发动机起动时,给发动机提供一个使之转动的外力。

起动系主要由起动开关、起动机、蓄电池、起动继电器等组成,如图 1-9 所示。驾驶员在起动发动机时,转动起动开关使起动机运转,起动机通过飞轮带动发动机曲轴转动,使发动机顺利地起动。

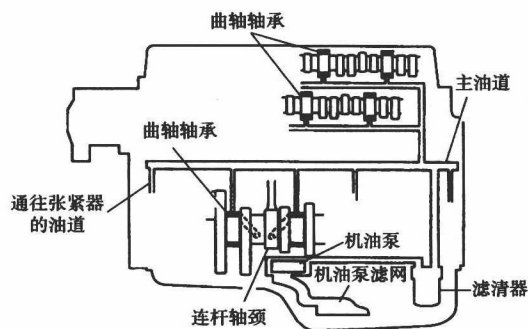


图 1-8 润滑系

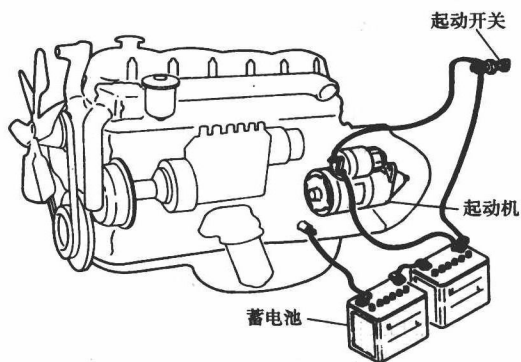


图 1-9 起动系

1.2 发动机的常用基本术语

1) 上止点

上止点是指活塞离曲轴回转中心最远处,通常指活塞的最高位置,如图 1-10 所示。

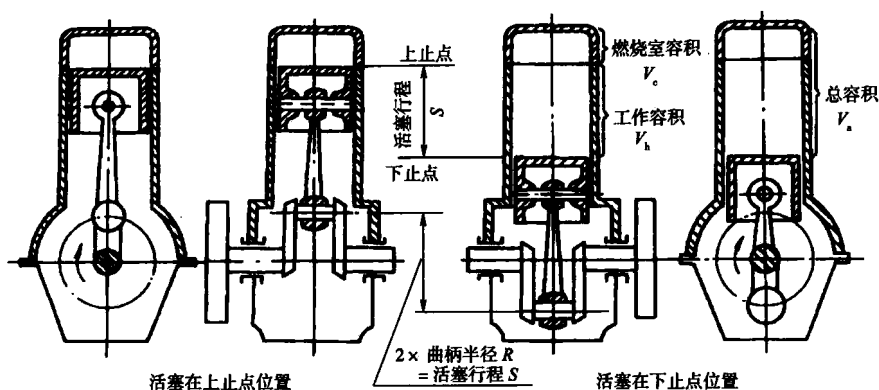


图 1-10 发动机基本术语示意图

2) 下止点

下止点是指活塞离曲轴回转中心最近处,通常指活塞的最低位置。

3) 活塞行程 S

活塞行程是指上、下两止点间的距离。活塞由一个止点移到另一个止点,运动一次的过程称行程。

4) 曲柄半径 R

曲柄半径是指与连杆大端相连接的曲柄销的中心线到曲轴回转中心线的距离(mm)。显然,曲轴每转一周,活塞移动两个行程,即 $S = 2R$ 。

5) 汽缸工作容积 V_h

汽缸工作容积是指活塞从上止点到下止点所让出的空间的容积。

其计算公式为:

$$V_h = \pi D^2 S / (4 \times 10^6)$$

式中: V_h ——汽缸工作容积, L;

D ——汽缸直径, mm;

S ——活塞行程, mm。

6) 发动机工作容积 V_L 和排量

发动机工作容积是指发动机所有汽缸工作容积的总和,也称发动机的排量。若发动机的汽缸数为 i ,则:

$$V_L = V_h \cdot i$$

7) 燃烧室容积 V_c

活塞在上止点时,活塞顶上面的空间称为燃烧室,其容积即为燃烧室容积。

8) 汽缸总容积 V_a

汽缸总容积是指活塞在下止点时,活塞顶上面空间的容积(L)。它等于汽缸工作容积与燃烧室容积之和,即:

$$V_a = V_h + V_c$$

9) 压缩比 ε

汽缸总容积与燃烧室容积的比值称为压缩比,它表示活塞从下止点移到上止点时汽缸内气体被压缩的程度,即:

$$\varepsilon = V_a/V_c = 1 + V_h/V_c$$

压缩比是发动机的一个重要结构参数,它对发动机的性能有很大的影响。压缩比越大,则压缩终了时汽缸内气体的压力和温度就越高,混合气燃烧速度也越快,因而发动机发出的功率越大,经济性也越好。现代汽油发动机的压缩比为8~10;柴油发动机的压缩比比汽油机高,一般可达18~23。

1.3 发动机的分类

发动机有各种不同的类型,可按不同的方法进行分类。

1) 按照活塞的运动方式分类

按照活塞运动方式的不同,发动机可分为往复活塞式和旋转活塞式两种,如图1-11所示。前者活塞在汽缸内作往复运动,是目前汽车上使用最广泛的发动机。后者活塞在汽缸内作旋转运动,目前只有日本马自达汽车公司生产这种发动机。

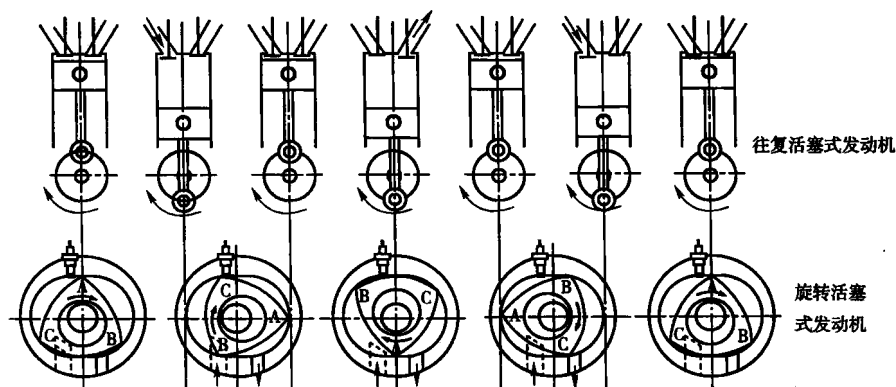


图 1-11 往复活塞式发动机和旋转活塞式发动机的运动示意图

2) 按照燃烧燃料的不同分类

按照燃烧燃料的不同,发动机可分为汽油机、柴油机和气体燃料发动机等。以汽油作为燃料的发动机称为汽油发动机,以柴油为燃料的发动机称为柴油机,以液化石油气或压缩天然气作为燃料的发动机称为气体燃料发动机。目前汽车上使用的发动机多数是汽油机和柴油机。

3) 按照冷却方式分类

按照冷却方式,发动机可分为风冷式和水冷式两种。以水或冷却液为冷却介质的称作水冷式发动机,以空气为冷却介质的称为风冷式发动机。目前汽车发动机多数都采用水冷式,摩托车发动机多数采用风冷式。

4) 按照一个工作循环活塞往复的次数分类

按照一个工作循环活塞往复的次数,发动机可分为四冲程和二冲程两种。在一个工作循环内活塞往复四个行程的称为四冲程发动机,在一个工作循环内活塞往复二个行程的称为二冲程发动机。汽车用发动机多数为四冲程发动机,摩托车用发动机多数为二冲程发动机。

5) 按照进气方式分类

按照进气是否带有增压方式可以分为:自然吸气(非增压)式发动机和强制进气(增压)式发动机。若进气是在接近大气状态下进行的,则为自然吸气式发动机;若利用增压器将进气压力增高、密度增大,则为增压式发动机。增压可提高发动机的功率。

1.4 四冲程汽油发动机的基本工作原理

四冲程汽油机是在四个活塞行程内完成进气、压缩、作功和排气四个过程,并依次不断循环往复进行运转,从而实现将燃料燃烧产生的热能转变成机械能的目的。

1) 进气行程

如图 1-12a) 所示,活塞在曲轴的带动下从上止点移至下止点,此时,排气门关闭,进气门打开。在进气行程中,由于活塞下行,使汽缸内的压力下降,从而将进气管内的空气和汽油的混合物经开启的进气门吸入汽缸,并在汽缸内进一步形成可燃混合气。在进气过程中,由于空气滤清器、节气门、进气管道、进气门处都会对进气产生一定的阻力,因此进气终了时,汽缸内气体压力会略低于大气压,约为 $0.08 \sim 0.09 \text{ MPa}$ 。同时进气还会受到残余废气和高温机件加热的影响,温度会上升到 $320 \sim 380 \text{ K}$ 。

2) 压缩行程

如图 1-12b) 所示,进气行程结束后,曲轴继续带动活塞由下止点移动到上止点。此时,进、排气门均关闭,汽缸内成为封闭容积,随着活塞上移,活塞上腔容积不断减少,可燃混合气受到压缩,压力和温度不断升高,当活塞到达上止点时,压缩行程结束。压缩终了时可燃混合气压力可达 $0.8 \sim 1.5 \text{ MPa}$,温度可达 $600 \sim 750 \text{ K}$ 。压缩行程有利于混合气的迅速燃烧,并可提高发动机的有效热效率。

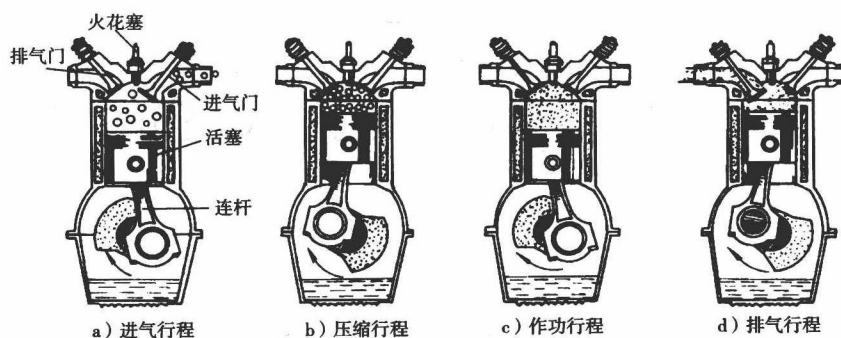


图 1-12 单缸四冲程汽油机工作循环示意图

3) 作功行程

如图 1-12c) 所示,当压缩行程结束时,安装在汽缸盖上的火花塞产生电火花,将汽缸内的可燃混合气点燃,火焰迅速传遍整个燃烧室,同时放出大量的热能,使燃烧气体的体积急剧膨胀,温度和压力迅速升高。在气体压力的作用下,活塞从上止点移至下止点,并通过连杆推动曲轴旋转作功。在作功行程中,汽缸内的燃烧气体的最大压力可达 $3.0 \sim 6.5 \text{ MPa}$,相应温度为 $2\,200 \sim 2\,800 \text{ K}$ 。作功行程结束时,气体压力降至 $0.35 \sim 0.5 \text{ MPa}$,温度也降至 $1\,200 \sim 1\,500 \text{ K}$ 。

4) 排气行程

如图 1-12d) 所示,当作功行程终了时,排气行程开始。此时排气门开启,进气门仍然关闭。活塞在曲轴的带动下由下止点向上止点运动,废气在自身的剩余压力和活塞的推动下,经排气门排出汽缸,直至活塞运动到上止点,排气行程结束,排气门关闭。排气行程结束时,在燃烧室内仍残留少量废气,称其为残余废气。因此排气系统有阻力,所以残余废气的压力比大气